

Круг применения шаговых двигателей очень широк. Шаговые электродвигатели применяются в приводах машин и механизмов, работающих в старто-стопном режиме, или в приводах непрерывного движения, где управляющее воздействие задается последовательностью электрических импульсов, например в станках с ЧПУ, которые широко применяются в оптическом производстве, что приводит к энерго- и ресурсосбережению. Практически ни одно производство сейчас не может без них обойтись. Периферийные устройства ЭВМ, печатная техника, 3D-принтеры – все это уже не может существовать без применения шаговых двигателей. Также шаговые двигатели используются для точных перемещений в плоскостях, например XY-столов, что, несомненно, важно в оптическом производстве.

Список литературы

1. Емельянов А. В., Шипин А. Н. Шаговые двигатели : учеб. пособие. Волгоград : ВолГТУ, 2005.
2. Шаговый электродвигатель [Электронный ресурс]. URL: <http://www.electromonter.info/handbook/09/StepperMotor> (дата обращения: 08.11.2014).
3. Степмотор. Шаговые двигатели. Мотор-редукторы [Электронный ресурс]. Статьи. URL: <http://www.steppmotor.ru/articles/> (дата обращения: 08.11.2014).
4. TORUS / Обзорные статьи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.normalizator.com/> (дата обращения: 08.11.2014).

УДК 628.38

Вараева Е. А., Церковникова К. С., Аксенов В. И.
Уральский федеральный университет,
Bblka6jiy4a@bk.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В ходе переработки руд на горно-обогатительных комбинатах (ГОК) образуется огромное количество отходов, в том числе сточных вод, загрязненных кислотами и солями тяжелых металлов. Стоки ГОК являются огромной проблемой, которая на сегодняшний день не имеет удовлетворительного решения. Главный аспект проблемы – очищенная вода практически никогда не может быть использована повторно из-за территориального расположения комбинатов и постоянного поступления новых порций стоков. В настоящее время в качестве решения широко применяется сброс этой воды в водоем, что негативно сказывается на окружающей среде ввиду низкого качества очищенной воды.

Исследования по разработке технологии обработки шахтных и подотвалных сточных вод проводились нами на различных стоках: сильно минерализованные стоки ОАО «Учалинский ГОК» (республика Башкортостан) и с менее агрессивным составом, образующиеся на Сибайском филиале ОАО «Учалинский ГОК», а также на монголо-российском КОО «Предприятие Эрдэнэт».

Часть опытов проводилась на наиболее сложных по составу сточных водах ОАО «Учалинский ГОК». Рассматриваемые сточные воды являются типовыми для стоков данной отрасли промышленности. Результаты анализа проб сточных вод Учалинского ГОК за 2010–2012 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Средние результаты анализа сточных вод ОАО «Учалинский ГОК»

Поз.	Наименование ингредиента	Единица измерения	Место отбора проб		ПДК культ.-быт.
			Подотвальная вода	Шахтная вода	
1	Медь	мг/дм ³	30,1	0,85	1,0
2	Цинк	мг/дм ³	297,0	252,8	1,0
3	Кальций	мг/дм ³	713,4	809,6	–
4	Магний	мг/дм ³	404,9	231,0	50
5	Сульфаты	мг/дм ³	5362,3	2839,2	500,0
6	Хлориды	мг/дм ³	70,5	68,8	350,0
7	Марганец	мг/дм ³	51,7	16,7	0,1
8	Железо общее	мг/дм ³	196,1	33,4	0,3
9	Алюминий	мг/дм ³	–	0,86	0,2

В ходе исследования была разработана технология, позволяющая снизить содержание основных примесей до концентраций, допустимых для сброса в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения. Эта технология основывается на известных методах, не требующих значительных экономических затрат, и позволяет улучшить качество обрабатываемых стоков с использованием существующих сооружений и естественных образований рельефа и таким образом, практически не требует капитального строительства на объекте.

В основе лежит отдельная обработка шахтных и подотвальных сточных вод, поскольку концентрации примесей в них значительно отличаются.

В кислых рудничных водах с pH около 2,7 все железо находится в окисленной трехвалентной форме. Над ионной и гидроксидной формами Fe^{3+} и $Fe_3(OH)_4^{5+}$, суммарное содержание которых не превышает 15 %, доминируют сульфатные комплексы $FeSO_4^{4+}$ и $Fe(SO_4)_2^{-}$ (84 %). Медь и цинк находятся в форме активированных нейтральных сульфатных комплексов $CuSO_4^0_{(aq)}$ и $ZnSO_4^0_{(aq)}$ и в свободной ионной форме до 63 %. Цинк образует также отрицательно заряженный комплекс $Zn(SO_4)_2^{2-}$.

Основным методом очистки в исследовании принято перещелачивание сточных вод (до $pH = 11$) с целью связывания максимального количества сульфатов в стабильную (нерастворимую) форму. Для интенсификации процесса образования нерастворимого гипса в обрабатываемую воду вводится затравка из оборотного осадка влажностью 92 %, получаемого при отстаивании.

Известкование позволяет попутно переводить в осадок такие металлы, как Zn, Pb, Cu, Cr, Cd. Величины pH начала и конца выпадения гидроксидов основных металлов, присутствующих в шахтных и подотвальных водах, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Растворимость некоторых гидроксидов в зависимости от pH воды

Гидроксиды	$Fe(OH)_3$	$Cr(OH)_3$	$Zn(OH)_2$	$Cu(OH)_2$
Начало выпадения	4,1	6,8	8,0	5,9
Начало растворения	14,0	12,0	10,5	6,69

Для интенсификации осаждения металлов применяется флокулянт. При разработке технологии были исследованы различные реагенты; к применению рекомендованы флокулянты анионного типа: *Praestol 2540*, *Flopat AN905 SH*, Аквапол.

При перещелачивании в сточные воды вводится избыточное количество кальция. Рекарбонизация смеси стоков производится путем продувки стоков углекислым газом с интенсивностью $2 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ на 1 м^3 стока в час. После рекарбонизации pH стоков достигает 8,5, жесткость снижается до $2,5 \text{ мг-экв/дм}^3$.

Для дальнейшего снижения содержания примесей в сточных водах предусматривается их обработка на биоплато, заселенных высшими водными растениями (эйхорния, тростник обыкновенный, рогоз узколистный, осока дернистая). Для организации биоплато возможно использование природных и природно-техногенных ландшафтов [1].

При необходимости получения воды высокого качества для ее последующего использования на предприятии могут быть использованы мембранные и термические методы очистки стоков.

Во всех пробах после каждого этапа обработки была определена концентрация цинка, меди и железа колориметрическими методами. Результаты представлены в табл. 3, 4.

Таблица 3

Итоговая таблица результатов по анализу содержания цинка, меди и железа. Шахтные воды

Загрязнитель	Единица измерения	Этапы обработки				
		Механическая очистка	Нейтрализация	Флокулирование	Рекарбонизация	Биоплато
Медь	мг/дм^3	2,28	0,017	0,013	0,008	0,001
Цинк	мг/дм^3	27,5	0,090	0,041	0,034	0,010
Железо общее	мг/дм^3	45,0	0,440	0,300	0,280	0,100

Таблица 4

Итоговая таблица результатов по анализу содержания цинка, меди и железа.

Подотвальные воды

Загрязнитель	Единица измерения	Этапы обработки				
		Механическая очистка	Нейтрализация	Флокулирование	Рекарбонизация	Биоплато
Медь	мг/дм^3	2,38	0,0087	0,008	0,0069	0,001
Цинк	мг/дм^3	28,75	0,067	0,026	0,020	0,010
Железо общее	мг/дм^3	17,50	0,700	0,350	0,230	0,100

Применение предлагаемой технологии обработки стоков горно-обогатительных комбинатов позволит достичь высокой эффективности очистки с минимальным энергопотреблением, а также предотвратить загрязнение водо-

емов и почв токсичными шламами и концентратами. Такое решение позволит улучшить экологическую обстановку в районах расположения комбинатов, снизить потребление отрасли водных ресурсов за счет создания оборотных циклов, почвенных ресурсов, которые в настоящее время используются для создания шламонакопителей.

Список литературы

1. Вдовина И. В. Снижение антропогенной нагрузки на малые реки в зоне влияния горно-рудного промышленного предприятия: на примере республики Башкортостан: дис... канд. техн. наук. Уфа, 2009. 24 с.
2. Селицкий Г. А., Уласовец Е. А., Ермаков Д. В. Технологии очистки сточных вод горно-рудных предприятий // Инновационные технологии в системах производственного водоснабжения: сб. статей. Екатеринбург, 2013. С. 32–48.
3. Селицкий Г. А., Ермаков Д. В. Очистка природных сточных вод от сульфатов // Инновационные технологии в системах производственного водоснабжения: сб. статей. Екатеринбург, 2013. С. 82–93.
4. Баглай Е. Б., Баглай С. В., Риянова Э. А. Опыт промышленного сравнения методов очистки сточных вод от сульфат-ионов // Чистая вода России : сборник статей. Екатеринбург, 2011. С. 218–221.

УДК 699.86

Вершинина А. С., Бакрунова Т. С.
Самарский государственный технический университет,
nastena-versh@yandex.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОНА

Автоклавный газобетон «теплон» – строительный материал с уникальными характеристиками:

- высокая прочность позволяет возводить однослойные наружные и внутренние стены зданий высотой до 5 этажей;
- теплоизоляционные свойства лучше, чем у деревянных конструкций;
- блоки крупного формата обеспечивают высокую скорость работы и ровность кладки;
- негорючесть и огнестойкость достигается 100%-ным минеральным составом;
- биостойкость, так как теплота – это камень, и она не поражается грибами, насекомыми и другими организмами, а также не разрушается под действием УФ-излучения и других атмосферных факторов.

Системы, выполненные из блоков «теплон», являются наиболее технологичными.

Для обеспечения комфорта в помещении стена должна иметь ряд свойств:

- быть «теплой» на ощупь. Это достигается низкой теплопроводностью и высоким сопротивлением теплопередаче теплона;